

UDK:633.15:631.559

Originalni naučni rad

## ODNOS PRINOSA I KVALITETA ZRNA HIBRIDA KUKURUZA KOKIČARA (*Zea mays everta* STURT.)

J. Srdić, Z. Pajić\*

**Izvod:** Oplemenjivanje kukuruza kokičara odvija se sa istom značajnošću u dva smjera: povećanja prinosa zrna i povećanja zapremine iskakanog zrna. Prinos kao najvažnija ekonomska karakteristika kod svih kultura u slučaju kukuruza kokičara je u istom rangi kao i osobina zapremina kokičavosti.

Ogled sa 12 hibrida kukuruza kokičara postavljen je po principu slučajnog bloka u četiri ponavljanja na tri lokacije. Ispitivanje su osobine prinosa zrna kukuruza, zapremina kokičavosti i broj zrna u 10 g. Analiza varijanse pokazala je visoku značajnost lokacije, genotipa i interakcije ova dva faktora za sve tri osobine. Ovo ukazuje na činjenicu da su posmatrane osobine pod uticajem ne samo genetičkih faktora, već i pod velikim uticajem faktora sredine kao i interakcije genotip x sredina.

Utvrđena je korelacija između posmatranih osobina, pomoću Spaerman-ovog koeficijenta korelacije ranga. Negativna korelacija bila je između prinosa i zapremine kokičavosti  $r_{(p-z)} = -0,1$ , koja iako nije bila statistički značajna ukazuje na to da prinasniji hibridi kukuruza kokičara daju zrno manje zapremine kokičavosti. Ovakvi rezultati govore u prilog kompleksnosti procesa oplemenjivanja kukuruza kokičara, budući da su zahtevi postavljeni i u smislu povećanja prinosa i povećanja zapremine kokičavosti.

**Ključne reči:** kukuruz kokičar, zapremina kokičavosti, prinos.

### Uvod

Kukuruz kokičar (*Zea mays everta* Sturt.) je specifična vrsta kukuruza tvrdunca, a kokice koje se formiraju od zrna kokičara predstavljaju omiljenu „grickalicu“ ljudi širom sveta. Endosperm kukuruza kokičara najvećim delom sadrži tvrdi endosperm, građen od gusto zbijenih, poligonalnih granula skroba, bez vazdušnih međuprostora. Kokice nastaju kada pod pritiskom koji izaziva zagrevanje, dođe do pucanja perikarpa, a skrobna zrna endosperma razviju se u tanak film (Hosney i sar., 1983).

Kao i kod drugih vrsta kukuruza, prinos je veoma važna osobina, ali specifičnost kokičara je u tome što je zapremina kokičavosti, odnosno kvalitet iskakanog zrna podjednako važan. Zbog toga popravljane osobine kvaliteta zrna predstavlja najvažniji cilj programa oplemenjivanja kukuruza kokičara (Dofing i sar., 1990). S obzirom da su prinos i zapremina kokičavosti podjednako važne osobine oplemenjivanje kokičara uvek se vrši

---

\* Mr Jelena Srdić, dr Zorica Pajić, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Slobodana Bajića 1, e-mail: [jsrdic@mrizp.co.yu](mailto:jsrdic@mrizp.co.yu)

paralelno na obe osobine. Otežavajuća okolnost u tom procesu je to što postoji uglavnom negativna zavisnost ove dve osobine (Sakin i sar., 2005; Erić i sar., 2003), pa povećanje zapremine kokičavosti izaziva smanjenje prinosa.

### Materijal i metod rada

U radu je korišteno 12 ZP hibrida kokičara, koji po dužini vegetacije pripadaju FAO grupi 600. Ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu u 4 ponavljanja na tri lokacije: Zemun Polje, Pančevo i Bečej u toku 2007 godine. Genotipovi su sejani u 2 reda sa ukupnim brojem biljaka 40 i dva rubna reda sa strane ogleda. Veličina elementarne parcele bila je 7m<sup>2</sup> i gustine 57.142 biljka/ha.

Mereni su prinos i procenat vlage u trenutku berbe, pa je prinos preračunat na 14% vlage. Uzorci za ispitivanje zapremine kokičavosti sušeni su prirodno do nivoa vlage od 14%. Krunjenje klipova vršeno je ručno, kako ne bi došlo do oštećenja perikarpa, što izaziva smanjenje procenta iskokanih zrna i zapremine kokičavosti. Zapremina kokičavosti merena je po standardnoj metodi za ocenu zapremine kokičavosti (MWT- Official Metric Weight Volume Test), aparatom koji određuje ekspanziju zrna kokanjem sa uljem. Krupnoća zrna određena je na osnovu broja zrna u 10 g.

Dvofaktorijalna analiza varijanse za prinos zrna, zapreminu kokičavosti i broj zrna u 10 g urađena je po Hadživuković-u, (1974). Takođe izračunat je *Spearman*-ov koeficijent korelacije ranga između posmatranih osobina (Zar, 1999).

### Rezultati istraživanja i diskusija

Prosečan prinos hibrida kukurza kokičara po lokacija kretao se od 4,43 t/ha na lokaciji Pančevo do 6,07 t/ha u Zemun Polju. Hibrid ZP kok11 koji je imao najviši prinos na lokacijama Zemun Polje (8,44 t/ha) i Bečej (6,98 t/ha), bio je rangiran kao najbolji po prinosu. Veoma visoke prinose ostvarili su i hibridi ZP kok 10 (5,77 t/ha), koji je rangiran kao drugi i ZP kok12 (5,72 t/ha), treći po rang u prinosa (Tab.1)

**Tab. 1.** Prosečan prinos 12 ZP hibrida kokičara (t/ha)  
*Average grain yield for 12 ZP popcorn hybrids (t/ha)*

Hibrid <i>Hybrid</i>	Zemun Polje	Bečej	Pančevo	Prosek <i>Average</i>	Rang <i>Rank</i>
ZPSC 611k	6,13	5,14	4,97	5,41	5
ZPSC 614k	6,47	5,35	5,16	5,66	4
ZP kok3	5,76	4,26	4,14	4,72	9
ZP kok4	4,86	4,42	3,60	4,30	10
ZP kok5	6,03	4,38	4,30	4,90	8
ZP kok6	4,41	3,74	3,92	4,02	12
ZP kok7	6,04	4,84	4,45	5,11	7
ZP kok8	5,93	5,62	4,64	5,40	6

Najmanji prosečan prinos ostvario je hibrid ZP kok6, koji je zauzeo poslednje mesto po rang u dve lokacije Zemun Polje (4,41 t/ha) i Bečej (3,74 t/ha). Slabe prinose imali su i hibridi ZP kok9 (rang 11) i ZP kok4 (rang 10), (Tab. 1).

Najmanja prosečna zapremina kokičavosti bila je na lokaciji Pančevo (36,78 cm<sup>3</sup>/g), dok je najveća bila u Zemun Polju (37,39 cm<sup>3</sup>/g). Najveću zapreminu kokičavosti imao je hibrid ZPSC 611k sa zapreminom kokičavosti od 39,17-40,83 cm<sup>3</sup>/g. Drugo mesto po rang u zauzeo je hibrid ZP kok9 sa zapreminama kokičavosti od 38,33-41,17 cm<sup>3</sup>/g. Ovaj hibrid je ujedno bio i jedan od onih sa najslabijim prinosom (rang 11), što ukazuje na obrnutu proporciju ove dve osobine.

Hibridi koji su imali najmanje zapremine kokičavosti ZPkok 11 (32,33 cm<sup>3</sup>/g) i ZP kok 12 (33,89 cm<sup>3</sup>/g), bili su u isto vreme i najprinosniji, što daje potvdu prethodnoj konstataciji o obrnutoj srazmeri ove dve osobine.

**Tab. 2.** Prosečna zapremina kokičavosti 12 ZP hibrida kokičara (cm<sup>3</sup>/g)  
*Average popping expansion for 12 ZP popcorn hybrids (cm<sup>3</sup>/g)*

Hibrid <i>Hybrid</i>	Zemun Polje	Bečej	Pančevo	Prosek <i>Average</i>	Rang <i>Rank</i>
ZPSC 611k	40.83	39.17	39.67	39.89	1
ZPSC 614k	39.50	38.17	39.17	38.94	3
ZP kok3	39.00	38.50	36.67	38.06	8
ZP kok4	32.50	34.33	32.00	32.94	11
ZP kok5	39.00	38.83	37.50	38.44	5
ZP kok6	39.00	38.83	36.50	38.11	7
ZP kok7	39.00	37.17	38.50	38.22	6
ZP kok8	36.83	37.67	36.67	37.06	9

Iako je utvrđeno da najprinosniji hibridi uglavnom imaju loše zapremine kokičavosti ipak, može se izdvojiti nekoliko hibrida koji su imali veoma dobre zapremine kokičavosti, ZPSC 611k (rang 1), ZPSC 614k (rang 3) i ZP kok10 (rang 4), koji su i imali visoke prinosa zrna, tj. nalazili se na jednom od prvih 5 mesta po rang u prinosa.

Na osnovu koeficijenta korelacije ranga utvrđeno je da postoje negativne korelacije između svih posmatranih osobina (Tab. 3).

Koeficijent korelacije između prinosa i zapremine kokičavosti imao je nisku vrednost (-0.10), što je ukazivalo na slabu negativnu zavisnost ove dve osobine. To daje potvrdu prethodnih rezultata da sa povećanjem prinosa dolazi do smanjenja zapremine kokičavosti, što predstavlja i najveći problem u oplemenjivanju ovog tipa kukuruza: stvaranje hibrida viskog prinosa i kvaliteta iskokanog zrna.

Rezultati koji potvrđuju problem veoma slabe (Pajić i sar., 2006) ili negativne korelacije (Erić i sar., 2003) ove dve najvažnije osobine kukuruza kokičara, potvrđeni su na različitim genotipovima ovog tipa kukuruza.

Negativna korelacija utvrđena je i između prinosa i broja zrna u 10 g, tj. prinosniji genotipovi imali su manji broj zrna u 10 g, odnosno krupnije zrne. Takođe genotipovi krupnijeg zrna imali su i veću zapreminu kokičavosti.

**Tab. 3.** Koeficijent korelacije ranga  
*Rank correlation coefficient*

	Prinos <i>Yield</i>	Zapremina kokičavosti <i>Popping expansion</i>
Zapremina kokičavosti <i>Popping expansion</i>	-0,10	
Br. zrna u 10g <i>No. of kernels per 10g</i>	-0,27	-0,26

Uticaj genetičkih i negenetičkih faktora bio je značajan na ispoljavanje sve tri posmatrane osobine. Najvažniji faktor koji utiče na ispoljavanje osobine prinos zrna kukuruza kokičara je svakako genotip (Pajić, 1990), ali takođe i faktori spoljne sredine, odnosno kako je utvrđeno u ovim istraživanjima uticaj različitih lokacija imaju značajan uticaj na ispoljavanje ove osobine. Uticaj interakcija genotip x spoljna sredina imao je visokoznačajan uticaj na variranje sve tri posmatrane osobine.

Postojanje značajnog uticaja genetičkih i negenetičkih faktora na ispoljavanje osobina prinosa i zapremine kokičavosti kao dve najvažnije osobine za ovaj tip kukuruza potvrđuju mnoga istraživanja (Dofing i sar., 1991; Ziegler, 1994; Erić i sar., 2003).

**Tab. 4.** Analiza varijanse za prinos, zapreminu kokičavosti i broj zrna u 10g  
*Analysis of variance for grain yield, popping expansion and  
No. of kernels per 10g*

	d.f.	Prinos <i>Yield</i>	Zapremina kokičavosti <i>Popping expansion</i>	Br. zrna u 10g <i>No. of kernels per 10g</i>
Lokacija (L) <i>Location</i>	2	61,12**	356,24**	207,06**
Hibrid (H) <i>Hybrid</i>	11	16,68**	22,82**	67,07**
H x L	22	2,07**	19,29**	3,86**

\*\* značajno na nivou od 1%

## Zaključak

Rezultati ovih istraživanja pokazuju i potvrđuju da je veoma teško u procesu oplemenjivanja kukurza kokičara ispuniti zahteve koje postavljaju proizvođači, u pogledu prinosa zrna i potrošači u pogledu kvaliteta iskakanog zrna kokičara, jer su ove dve osobine uglavnom u negativnoj korelaciji. Najprinosniji hibridi ZP kok11 i ZP kok12 imale su najmanje zapremine kokičavosti. Ipak hibridi ZPSC 611k, ZPSC 614k i ZP kok10 koji su bili među prvih 5 hibrida po prinosu zrna imali su i veoma dobre zapremine kokičavosti.

Analizom varijanse utvrđeno je da na ispoljavanje posmatranih osobina, prinos, zapremine kokičavosti i krupnoća zrna veoma važan uticaj imaju genetički (hibrid) i negenetički faktori (spoljna sredina), kao i uticaj interakcije ova dva faktora. Ovo upućuje na zaključak da pored prinosa i druge dve osobine imaju veoma kompleksnu prirodu i da na variranje njihovih vrednosti ima uticaj kako izbor dobrog hibrida, tako i uslovi spoljne sredine.

## Literatura

1. *Dofing, S.M., Thomas-Compton, M.A., Buck, J.S. (1990):* Genotype x popping method interaction for popping volume in popcorn. *Crop Science*, 30, 62-65.
2. *Dofing, S.M., Croz-Mason, N.D., Thomas-Compton, M.A. (1991):* Inheritance of expansion volume and yield in two popcorn x dentcorn crosses. *Crop Science*, 31, 715.
3. *Erić, U., Pajić, Z., Videnović, J. (2003):* Uticaj genotipa i spoljne sredine na prinos i zapreminu kokičavosti hibrida kukuruza kokičara (*Zea mays* L. everta). *J. Sci. Agric. Research*, 64, 27-33.
4. *Hadživuković, S. (1974):* Statistički metodi, ed. Radnički univerzitet „Radivoj Ćirpanov“, Novi Sad.
5. *Hosney, R.C., Zeleznak, K., Abdelrahman, A. (1983):* Mechanism of popcorn popping. *J. Cereal Sci.* 1, 43-52.
6. *Pajić, Z. (1990):* Popcorn and sweetcorn breeding. *Maize '90, Maize Breeding, Production, Processing and Marketing in Mediterenian Countries. Sept 17 to Oct.13 1990, Belgrade, Yugoslavia.*
7. *Pajić, Z., Srdić, J., Filipović, M. (2006):* Odnos rodnosti i zapremine kokičavosti hibrida kukuruza kokičara (*Zea mays* L. everta). *Selekcija i semenarstvo*, 12, 81-83.
8. *Sakin, M.A., Gokmen, S., Yildirim, A., Belen, S., Kandemir, N. (2005):* Effects of cultivar type on yield and quality of popcorn (*Zea mays* everta). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 33, 17-23.
9. *Zar, J.H. (1999):* Biostatistical Analysis, 4th edition. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, USA.
10. *Ziegler, K.E., Ashman, R.B. (1994):* Popcorn. In: Hallauer, A.R. ed. *Speciality corns*, Florida CRS Press Inc., Ames, Iowa, pp 189-223.

UDC: 633.15:631.559  
Original scientific paper

## RELATION BETWEEN GRAIN YIELD AND GRAIN QUALITY OF POPCORN HYBRIDS (ZEA MAYS EVERTA STURT.)

*J. Srdić, Z. Pajić\**

### Summary

Popcorn breeding programs develop at the same time in two directions with equal significance. One of them is producing higher yielding hybrids and the other is developing hybrids with higher popping volumes.

The experiment was arranged in a randomised complete block design with four replications over three locations. Three traits were analyzed, grain yield, popping expansion and No. of kernels per 10g. ANOVA showed very significant influence of genotype, location and interaction of  $G \times L$ , for all three traits. This points out that those traits are not influenced only by genetic factors, but also by environmental factors and the interaction of those two factors.

*Spearman's* correlation coefficient was established between examined traits. All correlations were negative and non significant. Nevertheless, especially correlation between grain yield and popping volume ( $r_p-z=-0.10$ ) indicated that hybrids with higher yields produced lower popping volumes. This once more concluded that breeding of popcorn is very complex process, for there is a necessity for high yielding and good popping quality hybrids.

**Key words:** grain yield, popcorn, popping expansion.

---

\* Jelena Srdić, M.Sc., Zorica Pajić, Ph.D., Maize Research Institute „Zemun Polje“, Slobodana Bajića 1, e-mail: jsrdic@mrizp.co.yu